

**Különböző szemcseméretű és oldhatóságú
egyszerű és összetett műtrágyák
érvényesülésének vizsgálata II.
Mikroparcellás szabadföldi kísérlet
tavaszi árpával**

DEBRECZENI BÉLÁNÉ és DEBRECZENI BÉLA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Budapest és
Tyimírjazev Mezőgazdasági Akadémia, Agrokémiai
Tanszék, Moszkva

A kísérlet folytatása a Peterburgszkij és Debreczeni e számban közölt munkáinak, ezért a kísérlet alátámasztását célzó bevezetést és irodalmi áttekintést itt nem kívánjuk megismételni.

Kísérlet leírása

A kísérletben szereplő foszfortartalmú műtrágyáknak víz és ammonitrát oldhatósága különbözött egymástól. A kísérlet célja az volt, hogy közelebbről tanulmányozzuk a különböző oldékonyságú P vegyületek szerepét a növény táplálkozásában a fejlődés folyamán és a terméskialakításban.

Kísérletünkben szereplő műtrágyaféleségek a következők: dikalcium-foszfát, szuperfoszfát, 1,8 molos NIFOSZ és 1,0 molos NIFOSZ, valamint Pétisó. Mindkét összetett műtrágya — mint az 1. táblázatból látható — kifagyasztásos eljárással készült, vagyis a felesleges $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ eltávolítása az oldatból a foszfor oldhatóságának megfelelően hűtéssel különböző $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ mol arányig történt. 1,0 molos NIFOSZ-ban a foszfor vízdoldhatósága magas (70% vízdoldható az ammonitrátoldhatóhoz viszonyítva), az 1,8 molos NIFOSZ-ban pedig alacsony (10%). A műtrágyák előállítása (a pétisó kivételével), és sugárzó P^{32} -vel történő jelölése a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete központi izotóp laboratóriumában történt, Máté és Varga közreműködésével, melyért köszönetünket fejezzük ki. Meg kell említenünk, hogy az egyszerű és kettős műtrágyák laboratóriumi előállítása és gyártása során való jelzése (mely a foszforizotóp egyenletes eloszlását biztosította) a kezdeti nehézségek miatt néhány hiányosságot vont maga után, melyet a későbbiek során ismertettünk.

A kérdés kutatására a borsosberényi (Nógrád m.) kísérleti telepen állítottunk be faktoriális kísérletet, gyengén savanyú barna erdő talajon. A főparcellák mérete $2,5 \times 3,3$ m $8,25$ m² bruttó, illetve $4,0$ m² netto volt.

A 6×6 -os latinnégyszet elrendezésű főparcellákon kétféle NIFOSZ-t hasonlítottunk össze egyszerű műtrágyák keverékével. A második vizsgált tényező a műtrágyák szemcsenagysága volt. Minden egyes főparcellát 2 alparcellára osztottunk és az egyiken 2—5 mm-es szemcsés műtrágyával, a másikon pedig porított műtrágyával trágyáztuk meg. Hogy a split-plot elrendezésű kísérlet értékelését ne zavarjuk, az 1. Ø, 2. Dikalciumfoszfát és 6. Pétisó főparcellákat is két részre bontva mintáztuk, illetve arattuk.

1. táblázat

A kísérleti parcellák talajainak fontosabb elemzési adatai

pH		Hidrolitos aciditás	Ca	S	T	ly	Arany-féle kötöttségi szám	Humusz %	P ₂ O ₅ (Egnér)	K ₂ O (Nehring)
H ₂ O	KCl		mg e. é./100 g						mg/100 g talaj	
6,35	4,8		9,0	7,0	10,38				22,25	1,61

A műtrágyák parcellánkénti mennyiségeit csak az előzően inaktív körülmények között gyártott műtrágyák hatóanyag %-ában, vagyis feltételezett %-os tartalomból számoltuk, mégpedig 4,5 g P₂O₅ és N m²-ként, ami megfelel 45 kg P₂O₅ és N/ha-nak. A foszfortartalmat a műtrágya összes P₂O₅ tartalma alapján számoltuk. A felhasznált izotóp műtrágyákat utólagosan elemeztük meg, mely adatok bizonyos fokig eltérnek az inaktív műtrágyák elemzési adataiból, ennek következtében nem került a talajba kezelésenként azonos hatóanyag mennyiség foszforból és nitrogénből. Ez azonban lényeges hibát nem okozhatott, mert a különbségek nem voltak nagyok.

2. táblázat

A kísérletben alkalmazott műtrágyák elemzési adatai, valamint parcellánkénti hatóanyag és műtrágya mennyisége

(1) Kezelések	(2) Műtrágya hatóanyagtartalma %-ban				(3) Műtrágyák mennyisége g/parcella	(4)		(5) A műtrágyák fajlagos aktivitása vetéskor mg P ₂ O ₅ imp/perc
	P ₂ O ₅			N		P ₂ O ₅	N	
	összes	ammonicitrát oldható	vizoldható			g/parcella		
1. Ø	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Dikalciumfosz- fát + pétisó .	34,61	32,1	0,3	22,0	46+64	15,9	14,1	3512
3. NIFOSZ, 1,0 m	20,23	16,6	11,5	22,1	67,5	13,6	14,9	2747
4. NIFOSZ, 1,8 m	20,54	20,4	1,97	18,7	88,9	18,3	16,6	2778
5. Szuperfoszfát+ + pétisó	22,6	22,1	21,0	22,0	94+64	21,2	14,1	2853
6. Pétisó	—	—	—	22,0	64	—	14,1	—

A radioaktív foszfor fajlagos aktivitását vetés idejére (III. 25-re) 115 µc/g P₂O₅ számoltuk, kb. 450 µc/m². Ez az aktivitás szabad földi kísérletekben kissé alacsony, ezért az aratáskor a szalma aktivitása már nem volt mérhető.

A kísérlet beállítása őszi mélyszántással előkészített és vetés előtti talajmunkálatok után III. 31-én történt. A műtrágyák szórását és bekapálását 8—10 cm mélyre kézzel végeztük.

A tavaszi árpa a tenyészidő folyamán szépen egyenletesen növekedett és fejlődött. A tenyészidő kezdetén szemmel látható különbségek voltak a N, NP és Ø kezelések között. Ezek a különbségek szemre a későbbiekben kiegyenlődtek, csak a Ø és műtrágyával kezelt parcellák között maradtak fenn.

Az izotóp módszerrel lehetővé vált, hogy figyelemmel kísérjük a növény táplálkozását és fejlődését a tenyészidő folyamán az egyes fejlődési szakaszokban: a bokrosodáskor, szárbainduláskor, kalászoláskor és éréskor. Így adatokat tudunk szerezni arra nézve, hogy a tápanyagok periodikus felvétele hogyan alakul a növény fejlődési szakaszaiban, továbbá, hogy a felvett tápanyagok közül a foszfor honnan ered, a bevitt műtrágyából vagy a talaj természetes tápanyagkészletéből. A növényben levő, műtrágyából származó foszfortartalom alapján könnyebbé vált az egyes foszfortartalmú műtrágyák hatékonyságának az elbírálása.

Ebből a célból a fent említett négy fejlődési szakaszban a mintavétel minden esetben kezelésként és parcellánként 400 cm^2 területről történt. A növény mintáknak meghatároztuk a száraz súlyát, nitrogén, foszfor, kálium tartalmát, továbbá az aktivitását. A kiszárított növényeket kénsavas és H_2O_2 -es feltárással roncsoltuk, majd a törzsoldatból a nitrogént Kjeldahl-módszerrel, a káliumot lángfotométeren, a foszfort kolorimetrikus módszerrel, az aktivitást pedig folyadékmérő számlálócsővel mértük.

3. táblázat

Légszáraz növényminták súlya fejlődési szakaszonként $\text{g}/400 \text{ cm}^2$

(1) Kezelések	(2) Műtrágyák fizikai állapota	(3) Bokrosodás V. 8.	(4) Szárbaindulás V. 21.	(5) Kalászolás VI. 15.	(6) Teljesérés VII. 15.	
					mag	szalma
1. \emptyset	—**	2,56	7,50	30,29	15,15	20,20
2. Dikalciumfoszfát + N	b) por**	3,14	11,88	33,42	16,05	20,85
3. NIFOSZ, 1,0 m	a) szemcsés*	2,83	11,59	33,97	17,10	25,15
	b) por*	3,30	12,13	29,49	15,60	22,20
4. NIFOSZ, 1,8 m	a) szemcsés*	2,88	10,73	39,79	14,55	24,80
	b) por*	3,51	12,61	32,88	15,05	26,0
5. Szuperfoszfát + N ...	a) szemcsés*	3,21	13,79	38,77	17,40	23,0
	b) por*	2,99	13,44	38,62	16,30	21,1
6. Pétisó	a) szemcsés**	3,34	13,41	31,90	16,95	23,7

* 6 ismételtes átlaga, ** 12 ismételtes átlaga.

Az eredmények ismertetése

A kísérlet eredményei elsősorban a növény táplálkozása tekintetében, nem pedig a termésadatok szempontjából fontosak. A 3. táblázatban a növények légszáraz súlyait, illetve a kapott terméseket tüntettük fel.

A növények légszáraz súlyai tulajdonképpen a növény szárazanyag felhalmozódására és a termésre vonatkoznak. Fejlődési szakaszonként, az egyes műtrágyák hatásainál bizonyos törvényszerűség állapítható meg.

A fejlődés kezdetén, bokrosodáskor és szárbainduláskor a por alakú műtrágyák hatása nagyobb, mint a szemcséséké, sőt ez a különbség annál szembe-tűnőbb, minél kevesebb az adott műtrágya vízzoldható P_2O_5 -tartalma. A szuperfoszfát esetében ez a különbség a szárbainduláskor gyakorlatilag eltűnik.

4. táblázat

A növényminták N, K₂O és P₂O₅ tartalma (% ill. mg/400 cm²)

(1) Kezelések	(2) Műtrágyák fizikai állapota	(3) Bokrosodások		(4) Szárbaíndulások		(5) Kálászások		(6) Teljesértékek			
								muiz		szalma	
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
N-tartalom :											
1. Kontrol	—**	3,13	79,12	2,45	182,54	1,40	421,60	1,56	236,65	0,58	109,21
2. Dikalciumfoszfát + N	b) por**	4,11	129,35	2,55	304,41	1,45	483,69	1,50	214,65	0,60	124,98
3. NIFOSZ 1,0 m	a) szemcsés*	4,98	138,70	2,77	318,13	1,60	526,14	1,63	278,57	0,59	148,38
	b) por*	4,07	133,70	2,48	299,13	1,47	436,34	1,62	251,42	0,58	128,29
4. NIFOSZ 1,8 m	a) szemcsés*	4,38	141,78	2,68	287,32	1,41	560,68	1,40	203,28	0,59	117,76
	b) por*	3,71	128,27	2,66	333,18	1,46	461,50	1,47	221,09	0,59	124,13
5. Szuperfoszfát + N	a) szemcsés*	4,33	147,05	2,74	374,86	1,53	586,23	1,59	276,02	0,53	121,90
	b) por*	3,76	112,14	2,46	340,06	1,34	532,68	1,58	260,38	0,60	105,80
6. Pétisó	a) szemcsés**	3,69	122,96	2,49	334,66	1,36	439,97	1,50	254,40	0,65	142,74
K ₂ O-tartalom :											
1. Kontrol	—**	4,07	104,05	3,48	290,17	1,92	579,08	0,64	97,09	1,05	197,70
2. Dikalciumfoszfát + N	b) por**	3,82	119,08	3,58	420,83	1,80	593,85	0,63	90,15	0,95	197,88
3. NIFOSZ 1,0 m	a) szemcsés*	4,42	125,80	3,79	435,00	1,87	615,17	0,64	109,37	1,00	251,50
	b) por*	4,40	145,12	3,70	443,05	1,89	554,11	0,65	100,88	0,98	216,77
4. NIFOSZ 1,8 m	a) szemcsés*	4,10	130,50	3,62	389,90	1,67	667,74	0,62	90,02	0,95	189,62
	b) por*	3,78	127,70	3,59	447,82	1,78	582,37	0,63	94,75	0,97	204,09
5. Szuperfoszfát + N	a) szemcsés*	3,94	125,37	3,47	487,32	1,76	651,96	0,65	112,84	0,97	223,10
	b) por*	4,11	122,31	3,60	493,10	1,74	680,29	0,65	107,12	1,00	211,60
6. Pétisó	a) szemcsés**	4,06	135,18	3,55	475,26	1,80	576,86	0,61	103,46	1,00	219,60

P_2O_5 -tartalom:

1. Kontrol	—**	0,88	22,30	0,89	66,37	0,63	190,20	0,95	144,12	0,24	45,19
2. Dikalciumfoszfát + N	b) por**	0,94	28,28	0,80	93,96	0,61	203,40	0,87	124,50	0,21	43,75
3. NIFOSZ 1,0 m	a) szemcsés*	1,01	28,31	0,84	96,57	0,62	206,40	0,91	155,52	0,22	55,33
	b) por*	0,98	32,21	0,83	100,29	0,67	195,18	0,89	138,13	0,21	46,45
4. NIFOSZ 1,8 m	a) szemcsés*	0,92	26,60	0,76	82,40	0,49	199,98	0,89	129,23	0,19	37,92
	b) por*	0,89	28,69	0,75	92,76	0,59	191,61	0,86	129,34	0,19	39,97
5. Szuperfoszfát + N	a) szemcsés*	0,94	29,88	0,79	109,70	0,52	198,16	0,80	138,90	0,19	43,70
	b) por*	0,91	27,26	0,80	108,63	0,50	192,99	0,77	126,89	0,20	42,32
6. Pétió	a) szemcsés**	0,84	28,10	0,73	97,15	0,51	163,97	0,89	150,94	0,21	46,11

* 6 ismétlés átlaga, ** 12 ismétlés átlaga.

Tudvalevő, hogy a növény fejlődésének kezdetén igényli nagyobb mennyiségben a foszfort, majd pedig a generatív szervek képződésekor. Így azok a műtrágyák, amelyek főleg ammonitrátoldható foszfort tartalmaznak, a fejlődés kezdetén por alakban nagyobb hatást mutatnak. Megfordul a helyzet a növény fejlődésének későbbi időszakában kalászoskor, ekkor már a növényeknek kifejtett gyökérrendszerük van. Nagytömegű hajszálgökökkel kioldják a szemeses műtrágyákból is a foszfort talán könnyebben, mint esetleg az adott savanyú talajon a por alakú műtrágyák és talajkolloidok nagy felületen való érintkezése miatt képződő vas és alumíniumfoszfátokból. Magéréskor a szuperfoszfát és az 1,0 molos szemeses kettősműtrágya nagyobb termést adott.

Meg kell jegyeznünk, hogy a pétióhoz viszonyítva nem szignifikánsak a különbségek. Ha nem végzünk kémiai elemzéseket és ha nem az izotóp módszer segítségével dolgozunk, akkor a szárazanyagfelhalmozásból, a termésből, nem tudtunk volna a foszfor felvételre vonatkozóan következtetést levonni. Az elemzések azonban értékes útmutatást adtak. A különböző időszakokban vett növényminták elemzési eredményeit a 4. táblázat mutatja.

A 4. táblázatban közölt adatokból látható, hogy egyes irodalmi adatokkal egyezően a bokrosodáskor, illetve szárbainduláskor vett minták %-os nitrogéntartalma elég jó korrelációt mutat a végső terméssel. Általában az egyes foszforműtrágyák, valamint azok por- és szemcsés változatai is befolyásolták a növény nitrogéntartalmát és az összes felvett nitrogén mennyiségét. A növényminták káliumtartalma nem mutat törvényszerűséget, a %-os értékek a fejlődés folyamán kb. kiegyenlítődnek. Különbség csak az abszolút értékek között van, ami a kezelésenkénti terméskülönbségekből ered.

A foszfor esetében a fejlődés kezdetén azoknál a műtrágyáknál, melyek főként ammonitrát oldható foszfort (dikalciumfoszfátot) tartalmaznak, a por alakú trágyáknál történik a nagyobb foszforfelvétel (abszolút értékben). Kalászoskor a szemcsés trágyáknál, kalászoskor a por alakú kettősmű-

trágyáknál, továbbá a mag és szalma elemzéskor ismét a szemcsés trágyáknál nagyobb a P_2O_5 %-os és abszolút értéke.

A növényminták aktivitási értékeiből megállapítottuk a műtrágyából felvett foszfor mennyiségeket és a műtrágyák által talajba juttatott foszfor kihasználási százalékukat (5. és 6. táblázat).

Az 5. táblázat adataiból számoltuk ki a felvett foszfor mennyiségi értékeit. A 6. táblázat adataiból össze tudjuk hasonlítani az egyes kezelések hatásait, illetve azt, hogy melyik foszfor műtrágyából vett fel többet a növény.

5. táblázat

A növényminták aktivitása Imp/perchen III. 31-re átszámítva

(1) Kezelések	(2) Műtrágyák fizikai állapota	(3) Bokrosodás		(4) Szárba- indulás		(5) Kalászos		(6) Szemtermés	
		1 g lég- száraz anyag	Egész minta	1 g lég- száraz anyag	Egész minta	1 g lég- száraz anyag	Egész minta	1 g lég- száraz anyag	Egész minta
2. Dikalcium foszfát + N	b) por**	3 999	12 781	3 605	45 592	2 232	83 205	3 887	61 908
3. NIFOSZ	a) szemcsés*	4 769	13 235	2 816	34 748	4 142	142 056	3 114	52 625
1,0 m	b) por*	4 638	15 654	2 752	34 880	1 178	40 468	2 949	57 418
4. NIFOSZ	a) szemcsés*	1 534	4 309	1 291	14 481	1 220	48 079	2 112	29 485
1,8 m	b) por*	1 702	6 930	2 236	27 279	760	29 343	2 969	22 862
5. Szuperfoszfát + N	a) szemcsés*	1 213	3 812	5 468	72 017	3 160	120 712	4 354	76 125
	b) por*	546	1 867	3 936	52 569	1 130	45 168	3 635	69 265

* 6 ismétlés átlaga, ** 12 ismétlés átlaga.

6. táblázat

A növények által a műtrágyából felvett P_2O_5 mennyisége és a kihasználási %-uk

(1) Kezelések	(2) Növény által felvett P_2O_5 a műtrágyákból				(3) Felvett P_2O_5 az adott P_2O_5 %-ában			
	Bokrosodás	Szárba- indulás	Kalászos	Magérés*	Bokrosodás	Szárba- indulás	Kalászos	Magérés*
	mg/400 cm ²				%			
2. Dikalciumfoszfát + N	3,63	12,41	23,69	17,62	2,31	7,90	15,08	11,22
3. NIFOSZ 1,0 m								
a) szemcsés	4,82	12,64	51,71	19,15	3,57	9,36	38,30	14,18
b) por	5,69	12,69	14,73	20,90	4,21	9,40	10,91	15,48
4. NIFOSZ 1,8 m								
a) szemcsés	1,55	5,21	17,30	10,61	0,86	2,89	9,61	5,89
b) por	2,49	9,81	10,56	8,24	1,38	5,45	5,86	4,57
5. Szuperfoszfát + N								
a) szemcsés	1,33	25,24	42,31	26,68	0,63	12,07	20,24	12,76
b) por	0,65	18,42	15,83	24,27	0,31	8,81	7,57	11,61

* A szalma P_2O_5 tartalma nélkül számolva!

Nagyon érdekesen alakul a foszforfelvétel a tenyészidő folyamán a foszfor oldhatóságtól és szemcsézettségtől függően. A szuperfoszfát esetében, amikor vízdoldható foszforral van dolgunk, a fejlődés kezdetétől a szemcsés szuperfoszfát szolgáltatott több foszfort a növénynek, egészen a növény fejlődésének befejezéséig. Mivel a kísérlet gyengén savanyú barna erdőtalajon volt beállítva, feltételezhetően a porszuperfoszfátnál a foszforlekötődés miatt voltak kisebbek az értékek. Az 1,0 molos kettős műtrágyánál, ahol a citrátoldható foszfor 70%-a vízdoldható, itt a növény fejlődésének kezdetén, a por alakú szolgáltat több foszfort. Szárbaindulásnál kiegyenlítődik a por és szemcsés trágya hatása, kalászoslaskor pedig, amikor a növénynek erőteljes gyökere van már, főként a szemcsés műtrágya érvényesül. Az 1,8 molos kettős műtrágyánál hasonló a helyzet, csak egy fejlődési szakasszal később kezd a szemcsés változat jobban hatni. Ezek a mennyiségi adatok, melyek azt igazolják, hogy melyik műtrágyából, illetve annak por és szemcsés változatából mennyi foszfor került a növénybe, lehetőséget adnak arra, hogy százalékos összehasonlítást tegyünk a talajba bevitt műtrágya tápanyagszolgáltatásáról.

A különböző műtrágyák, valamint ezek por és szemcsés változatai között a %-os értékek nagy különbségeket mutatnak. A különbségek megbízhatóságát statisztikailag is értékeljük. Minthogy az adatok %-os értékek voltak, a varianciaanalízist a transzformált adatokkal is elvégeztük. (A statisztikai számításokat Sváb János végezte.) Az értékelésből kitűnt, hogy az inverz sinus transzformáció nem jelentett előnyt az értékelésben. Az értékelések kezelésenkénti, majd azon belül a por és szemcsés változatok a 7. táblázatban vannak feltün-

7. táblázat

Különböző műtrágyák por és szemcsés változatainak összehasonlítása, %-os P felvétel kalászoslaskor és a szemcsés hatás a %-os P felvételle

(1) Kezelések	(2) %-os adatok értékelése		(3) Transzformált adatok	
	a) szemcsés	b) por	a) szemcsés	b) por
NIFOSZ 1,0 m	38,3	10,9	38,0	17,6
NIFOSZ 1,8 m	9,6	5,9	17,6	12,4
Szuperfoszfát + pétisó ..	20,2	7,6	26,5	14,6
SzD 5%	10,0		8,0	
Szemcsés hatás a %-os P felvételre	22,7	8,1	27,4	14,9
SzD 5%	7,7		7,3	

tetve. A táblázatból kitűnik, hogy a szemcsés formájú 1,0 m NIFOSZ-ból kalászoslaskor szignifikánsan több foszfort vett fel az árpa, mint a szuperfoszfátnál. Az 1,8 NIFOSZ-ból viszont szignifikánsan kisebb volt a foszforkihasználás. A 7. táblázatból kitűnik, hogy a szemcsés hatását a háromféle műtrágya átlagában vizsgálva, a szemcsés szignifikáns különbséget biztosított a kalászoslaskor időpontjában a foszforfelvételnél.

Végül ismertetni szeretném, hogy a növény által felvett összes foszfor viszonylagosan hogyan oszlik meg aszerint, hogy hányad része származik a talajból, illetve a műtrágyából (8. táblázat).

8. táblázat

A műtrágyákból és a talajból felvett P_2O_5 megoszlása az egyes fejlődési szakaszokban

(1) Kezelés	(2) A növény különböző része által felvett P_2O_5 megoszlása %-ban							
	Bokrosodáskor		Szárbaálduláskor		Kalászoláskor		Magéréskor ^a	
	A) Talajból	B) Műtrágyából	A) Talajból	B) Műtrágyából	A) Talajból	B) Műtrágyából	A) Talajból	B) Műtrágyából
2. Dikalciumfoszfát. + N .	87,2	12,8	86,8	13,2	88,4	11,6	85,9	14,1
3. NIFOSZ 1,0 m								
a) szemcsés	83,0	17,0	86,9	13,1	74,8	25,2	87,7	12,3
b) por	82,3	17,7	87,5	12,5	92,5	7,5	84,8	15,2
4. NIFOSZ 1,8 m								
a) szemcsés	94,2	5,8	93,9	6,1	91,3	8,7	91,8	8,2
b) por	91,3	8,7	89,4	10,6	94,5	5,5	93,6	6,4
5. Szuperfoszfát + N								
a) szemcsés	95,5	4,5	77,0	23,0	78,7	21,3	80,9	19,1
b) por	97,6	2,4	83,0	17,0	91,0	8,2	80,9	19,1

* A szalma P tartalma nélkül számolva.

Mint láthatjuk az 1,0 m NIFOSZ szemcsés formában kalászoláskor éri el a legmagasabb értéket, 25%-ot. Ezek szerint a növény tápanyagfelvétele nagymértékben a talaj természetes tápanyag ellátottságától is függ.

Összefoglalás

A kísérlet adatait értékelve, a következő fő megállapításokra juthatunk:

1. A kezelésekben felhasznált műtrágyák, melyek a P_2O_5 oldhatóság szempontjából különböznek egymástól, nagy hatással voltak a növény táplálkozására, valamint az egyes fontosabb tápelemek, mint a P, N, K felvételére. Az 1,8 m NIFOSZ hatása, mely csaknem kizárólag ammonitrát oldható foszfort tartalmaz, messze elmarad az 1,0 NIFOSZ hatástól. Az 1,0 m NIFOSZ azonosnak, illetőleg kalászoláskor szignifikánsan jobbnak bizonyult, mint a Szuperfoszfát + Pétisó.

2. A műtrágyák por és szemcsés változatai szintén erősen befolyásolták a növény tápanyagfelvételét. A szemcsésítés szignifikáns különbséget okozott kalászoláskor a foszforfelvételben.

3. A növény fejlődésének folyamán nem egyenletesen táplálkozik. Fejlődésének kezdetén, valamint kalászoláskor a generatív szervek képződéséhez nagyobb tápanyagmennyiségre van szüksége. A növény által a tenyészidő folyamán felvett tápanyagok kb. 60%-át kalászás előtt, vagyis fejlődésének első szakában már felveszi.

4. A növény által felvett összes P_2O_5 75—80%-a a talaj természetes tápanyagszolgáltató képességének eredményeként a talajból származik. A talajba juttatott műtrágya viszonylag csak kis %-ban jut a növénybe.

Érkezett: 1960. július 1.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ И ПРОСТЫХ УДОБРЕНИЙ, РАЗЛИЧНЫХ ПО РАСТВОРИМОСТИ ФОСФАТОВ И РАЗМЕРУ ГРАНУЛ. II. МИКРОДЕЛЯНОЧНЫЙ ОПЫТ С ЯРОВЫМ ЯЧМЕНЕМ

К. Дебрецени и Б. Дебрецени

Научно-Исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии АН Венгрии, Будапешт и кафедра Агрохимии Сельскохозяйственной Академии имени К. А. Тимирязева, Москва

Резюме

В нашем опыте мы изучали действие неодинаково растворимых по фосфату отечественных двойных (НИФОС) удобрений по сравнению с эквивалентной смесью простых удобрений (дикальций-фосфат + известково-аммиачная селитра («соль Пэти»), суперфосфат + соль Пэти) с помощью метода меченых атомов.

Таким образом мы могли получить результаты действия разных удобрений по фазам развития (кущения, выхода в трубку, колошения и полной спелости) и на урожай ячменя.

Результаты полученных данных показывают, что

1. Влияние удобрений, которые различались по растворимости фосфатов, сказалось заметно в питании растений. Усвоение N, P, K из НИФОС а с малым содержанием воднорастворимого фосфора значительно меньше, чем из НИФОСа, содержащего 70% воднорастворимой P_2O_5 в процентах от общего фосфора.

2. Гранулированный и порошковидный состав так же сильно влияли на усвоение питательных веществ. В фазе колошения гранулирование вызвало достоверную разницу в усвоении фосфора.

3. Яровой ячмень во время вегетационного периода 60% питательных веществ усвоил еще до колошения, то есть в начале периода вегетации. Эти усвоенные количества питательных веществ используются для образования урожая.

4. Растения 75—80% от общего запаса в них питательных веществ усвоили из почвы, а из удобрений не более 25%.

Табл. 1. Данные анализа почвы.

Табл. 2. Анализы испытываемых минеральных удобрений, количество питательных веществ и количество удобрений на делянке. (1) Варианты. (2) Действующее начало удобрений в % P_2O_5 (общий, растворимый в амонно-цитратной и водной вытяжках) и азот. (3) Количество удобрений г/делянка. (4) P_2O_5 и N в г/делянка. (5) Удельная активность удобрений на время посева имп./мин. на мг P_2O_5 .

Табл. 3. Вес растительных образцов во время вегетации (воздушно-сухой) на площади в 400 см² (среднее из 6 или 12 повторностей). (1) Варианты. (2) Физические свойства удобрений: а) гранулированные. б) порошковидные. (3) Фаза кущения. (4) Фаза выхода в трубку (5) Фаза колошения. (6) Полная спелость (зерно и солома).

Табл. 4. Содержание в растениях N, K₂O и P_2O_5 (в % и мг/400 см² площади) среднее из 6 или 12 повторностей. (1)—(6) — см. таблицу 3.

Табл. 5. Активность растений в имп./мин. на 31/III—1959 г. (среднее из 6 или 12 повторностей). (1)—(6) — см. табл. 3.

Табл. 6. Усвоенное растением количество P_2O_5 и коэффициент использования удобрений. (1) Варианты. (2) Усвоенный P_2O_5 растением из удобрений в фазах кущения, выхода в трубку, колошения и полной спелости. (3) Усвоенный P_2O_5 в % данного количества на делянке в 4 фазах развития (в результате не входит P_2O_5 соломы).

Табл. 7. Сравнение гранулированной и порошковидной форм разных удобрений, усвоение фосфора в % во время колошения, влияние гранулирования на процент усвоения фосфора. (1) Варианты. (2) Оценка процентных данных у а) гранулированных и б) порошковидных удобрений; (3) Трансформированные данные.

Табл. 8. Разделение фосфатов, усвоенных из удобрений и почвы, по фазам развития. (1) Варианты и физические свойства удобрений. (2) Разделение усвоенного фосфата растением в % в фазах кущения, выхода в трубку, колошения и полной спелости: А из почвы, В — из удобрений.

Studies on the Effectivity of some Simple and Complex Fertilizers of Different Solubilities and of Different Grain Sizes II. Field Experiments on Micro-Plots with Spring Barley

K. DEBRECZENI and B. DEBRECZENI

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, and Department of Agricultural Chemistry, Timirjazev Agricultural Academy, Moscow

Summary

Studies are reported on the comparative effectivity of some Hungarian double fertilizers (*NIFOSZ*) with different phosphorus solubilities and of some mixtures of the respective simple fertilizers ($\text{CaHPO}_4 + (\text{NH}_4)\text{NO}_3$ -limestone): superphosphate + NH_4NO_3 -limestone. Isotope tracer techniques have been applied in some of the reported experiments.

Data were obtained on the effects of differences in the nutrient content and in the grain size of the fertilizers, on the development (tillering, booting, heading and maturing) and yield of spring barley.

The results might be summarized in the following:

1. Plant nutrition was greatly affected by differences in the solubility of the phosphorus content of the fertilizers applied. *NIFOSZ* containing 70% its total-P content in a water-soluble form was greatly superior to *NIFOSZ* the P content of which was but slightly soluble.
2. At least at heading, significant differences in phosphorus uptake were observed, due to differences in granulation.
3. Sixty per cent of the total nutrient uptake by barley plants took place before heading. Part of this amount is found in the mature seeds.
4. About 75% of the total amount of nutrients taken up by the plants was found to come from the soil. At most 25% of the nutrient content of plants was found to originate from the fertilizers applied.

Table 1. Analytical data on the mineral composition of the experimental soil

Table 2. Mineral composition of the fertilizers applied: data on experimental treatments (doses: active ingredient per plot, and fertilizer per plot). (1) Treatment. (2) Per cent P_2O_5 content of the fertilizers applied (total-P, P soluble in NH-citrate, water-soluble P), and per cent N-content. (3) Amount of fertilizer, g/plot. (4) P_2O_5 /plot and N/plot applied. (5) Specific activity of the fertilizer at sowing, counts per minute

Table 3. Weight of the air-dry plant mass produced, g/400 sq. cm. (Averages for 6 or 12 parallels) (1) Treatment. (2) Physical state of the fertilizer: a) granulated, b) dust. (3) to (6) Date of sampling: tillering (3), booting (4), heading (5), and fully ripe (6)

Table 4. The N, K_2O and P_2O_5 content of the plant samples (% and mg/400 sq. cm.) — Averages for 6 or 12 parallels. — (1) to (6) as in Table 3

Table 5. Activity of P^{32} in the plant samples, expressed as c.p.m. on March 3rd. — Averages for 6 or 12 parallels. — (1) to (6) as in Table 3

Table 6. The amount of P_2O_5 taken up by the plants from the fertilizers applied, and per cent utilization of the latter. (1) Treatment. (2) P_2O_5 taken up till tillering, booting, heading, and respectively, maturity. (3) P_2O_5 taken up as per cent of P_2O_5 applied, at the same four developmental stages (x = grains only)

Table 7. The effects of granulation, with different fertilizers, on % phosphorus uptake till heading. (1) Treatment. (2) Per cent phosphorus uptake from a) granulated, and b) not granulated fertilizer. (3) Transformed data

Table 8. Comparison of the amount of P taken up from different fertilizers to that taken up from the soil. (1) Treatment and granulation. (2) Per cent P_2O_5 taken up A) from the soil, and B) from the fertilizer found at different developmental stages (tillering, booting, heading, and maturity)